HOJA SEPARADORA DEJADA INTENCIONALMENTE

LE CORRESPONDE EL FOLIO

Proyecto Mina de Cobre Panamá

ANEXO XI

Caracterización de Amenazas Naturales e Industriales

Enviado a:

Minera Panamá S.A.

Setiembre 2010

07-1334-0018

TABLA DE CONTENIDO

SECCIÓN **PÁGINA**

1 INTRODUCCIÓN 1

2 ÁREAS DE ESTUDIO 3

3 METODOLOGÍA 4
3.1 CLIMA Y PRECIPITACIÓN 4
3.2 TOPOGRAFÍA Y EVENTOS GEOMORFOLÓGICOS 5
3.3 EVENTOS SÍSMICOS 5
3.4 TRANSPORTE 6

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN 7
4.1 CLIMA Y PRECIPITACIÓN 7
4.2 TOPOGRAFÍA Y EVENTOS GEOMORFOLÓGICOS 9
4.3 EVENTOS SÍSMICOS 9
4.4 TRANSPORTE 10

5 RESUMEN 12

6 BIBLIOGRAFÍA 13

LISTA DE TABLAS

Tabla 4-1 Precipitación Anual Extrema Estimada para el Área del Proyecto 8
Tabla 4-2 Condiciones de Oleaje Extremo 9

1 INTRODUCCIÓN

Minera Panamá S.A. (MPSA), cuyas acciones son propiedad de Inmet Mining Corporation (Inmet), está realizando los estudios de factibilidad para el desarrollo del Proyecto Mina de Cobre MPSA (el Proyecto). El Proyecto propuesto extraerá y procesará mineral de sulfuro de cobre en la Concesión Petaquilla en Panamá. Esta concesión cubre un área de 130 kilómetros cuadrados (km^2) y está localizada en el Distrito de Donoso en la Provincia de Colón, en la región Central Norte de Panamá (ver Mapa 1 del Anexo I). La concesión contiene al menos tres yacimientos diferentes de mineral de cobre distribuidos en distintos sectores (Colina, Botija y Valle Grande) y en la actualidad se prevé la explotación de estos yacimientos en tres minas a cielo abierto.

El mineral de sulfuro de cobre será extraído a través de minas a cielo abierto y será procesado utilizando el método de trituración, molienda, flotación y concentrado. El diseño propuesto considera que la alimentación de mineral a la planta procesadora será de 150,000 toneladas por día. Esto será ampliado a 225,000 toneladas por día en 10 años mediante la adición de una tercera línea de procesamiento. El Proyecto exportará concentrado de cobre a través de un puerto que será construido en la costa Caribe en Punta Rincón, el cual estará conectado al Proyecto principal por una ruta de transporte, una línea de transmisión eléctrica y ductos para la transferencia de productos y otros materiales (ver Mapa 1 del Anexo I). Se propone la construcción de una planta de generación de energía a carbón, adyacente al puerto de Punta Rincón. Esta planta tendrá la capacidad de generar 300 megavatios que proveerá energía al Proyecto y estará conectada a la red nacional con líneas de energía que se extenderán desde la mina hasta la subestación eléctrica existente en Llano Sánchez, Distrito de Aguadulce en la Provincia de Coclé.

Los estudios de línea base fueron realizados como parte de la evaluación ambiental y socio-económica del Proyecto, para documentar las amenazas naturales e industriales del área. Se requiere de una caracterización de las amenazas naturales e industriales para permitir una evaluación apropiada de los impactos potenciales del Proyecto. Las amenazas naturales incluyen eventos meteorológicos, geomorfológicos y sísmicos extremos que pueden afectar a cualquiera de los componentes del Proyecto en la mina o el puerto. Las amenazas industriales incluyen los potenciales accidentes de todas las instalaciones diseñadas y los sistemas de transporte, que pueden afectar negativamente al ambiente o la seguridad pública.

Este informe presenta los resultados de los estudios relacionados con las amenazas naturales e industriales para el Proyecto. El propósito fue definir el ambiente existente para amenazas naturales y el uso existente de las carreteras públicas (que son las únicas instalaciones existentes) en el área de estudio.

Este informe está organizado de la siguiente manera:

- Sección 2 describe las áreas de estudio.
- Sección 3 presenta la metodología utilizada para el estudio de la Línea Base.
- Sección 4 presenta y analiza los resultados del estudio de la Línea Base.
- Sección 5 presenta el resumen de los resultados significativos de la Línea Base.

Al inicio de este informe se proporciona un glosario de términos, una lista de siglas y abreviaturas; mientras que las referencias se encuentran al final.

2 ÁREAS DE ESTUDIO

El área de estudio de riesgos naturales e industriales (ver Mapa 11 del Anexo I) es determinada por la amenaza específica que se evalúa. Aunque el área de interés son las áreas inmediatamente adyacentes al Proyecto (el Área de Desarrollo del Proyecto y sus alrededores [ADPa]), se han utilizado datos de un área mucho más amplia para evaluar mejor las amenazas asociadas con los eventos climáticos y sísmicos. Las áreas de estudio para la Línea Base que tratan los eventos climáticos, geomorfológicos y transporte público, la exposición de los mismos están descritos en detalle en los informes de la Línea Base que se describen a continuación:

- línea base de calidad de aire y meteorología – Anexo IX;
- línea base de hidrología – Anexo V;
- línea base de suelos y geomorfología (incluyendo topografía y movimientos de tierra potenciales) – Anexo IV;
- línea base de oceanografía (incluyendo oleaje y vientos extremos) – Anexo VII; y
- línea base de socioeconomía – Anexo XX.

El área de estudio para eventos sísmicos cubre todo el país como es presentado en el Código de Diseño Estructural de la República de Panamá del 2003 (MPSA y AMEC 2009). El área de estudio fue seleccionada de acuerdo con los datos sísmicos disponibles y los eventos potenciales que puedan impactar el Proyecto. El viento y las olas extremas fuera de la costa fueron estudiados de los datos históricos sobre las tormentas en el Mar Caribe.

3 METODOLOGÍA

3.1 CLIMA Y PRECIPITACIÓN

Como se discutió en la Línea Base de calidad del aire y meteorológica en el Anexo IX, se llevó a cabo un programa de monitoreo continuo desde Noviembre del 2007 hasta Enero del 2009 en dos estaciones de monitoreo del Proyecto. Las variables evaluadas para el estudio de impacto ambiental (EsIA) incluyeron la velocidad y dirección del viento, la temperatura, la presión barométrica, la radiación solar, la evaporación, la humedad relativa y la precipitación. Se generaron rosas de los vientos durante el período de monitoreo, se recopilaron y graficaron los datos para los otros parámetros.

Las condiciones extremas del viento de la Línea Base fuera de la costa se presentaron en el Estudio de Factibilidad de Transporte Marino de Sandwell (1995). Solo dos huracanes han influido en el sitio en años recientes, en 1926 y 1969 y por lo tanto, no es posible el análisis estadístico tradicional. Se requiere un nivel de investigación más alto para estimar el diseño con certeza del evento de huracán. La modelación será realizada durante la etapa de ingeniería detallada del Proyecto para estimar el alcance de la influencia de los huracanes en el sitio.

La Línea Base de hidrología que aparece en el Anexo V caracterizó la precipitación, evaporación, caudal y sus variaciones y la escorrentía en las cuentas afectadas. Se compiló un inventario de los datos regionales disponibles y se implementó un programa de monitoreo en el sitio. Hay cuatro estaciones que registran las precipitaciones a largo plazo localizadas al este del área del Proyecto y recientemente se añadió otra estación a la red regional en la costa y al oeste. Estas estaciones orientales tienen datos disponibles de precipitaciones para 30 y 40 años. La información sobre la precipitación, el nivel del agua y la turbidez también se recogió continuamente en varios sitios del Proyecto en el área de muestreo de hidrología.

Los datos de precipitación de las estaciones regionales se compararon con los datos del sitio del Proyecto para caracterizar las diferencias espaciales y las condiciones a largo plazo del sitio. Con base a esta comparación, se derivaron las características de precipitación del sitio del Proyecto. Estas incluyen la precipitación anual y mensual media tanto para la mina como para las áreas costeras del Proyecto. Los análisis de frecuencia se realizaron sobre los datos obtenidos para estimar las condiciones extremadamente húmedas y secas para los períodos de retorno que varían de 5 a 500 años. Se utilizó un método similar para estimar la precipitación a largo plazo de 1 a 30 días y las precipitaciones extremas de 24 horas.

Los métodos para la evaluación completa de la precipitación y los caudales resultantes se presentan en el Anexo V. Los datos básicos del clima se evaluaron con un enfoque en los eventos climáticos y precipitaciones extremas que podrían representar riesgos significativos para el Proyecto o podrían actuar para tener un impacto en las poblaciones vecinas o el medio ambiente.

El conjunto de datos históricos sobre la ola máxima registrada fuera de la costa en el Mar Caribe ocurrió durante el Huracán Joan en 1988 con una altura significativa de 7.3 metros (m) y un período espectral máximo de 14 segundos (Sandwell 1995). Este evento extremo no se puede aplicar al sitio del puerto y se realizó un análisis de predicción para estimar una condición extrema específica en el sitio. Los datos del sitio fueron recogidos desde Septiembre del 2007 hasta Marzo del 2008, por 191 días durante tres desplazamientos del perfilador acústico de corriente Doppler en el lecho marino cerca de la terminal de exportación (Sandwell 2009). Se recogieron las velocidades de las partículas de agua, el rango acústico a la superficie y los datos de presión dinámica para estimar las condiciones de las olas en los alrededores del puerto. Estos datos se utilizaron para verificar el modelo de transformación de la ola y calcular las condiciones de la ola, incluyendo la magnitud de los eventos extremos de las olas.

3.2 TOPOGRAFÍA Y EVENTOS GEOMORFOLÓGICOS

La información topográfica se basó en los datos existentes y los estudios del sitio. Los métodos para la evaluación completa de los eventos geomorfológicos se establecen en el Anexo IV, Línea Base de geomorfología y de suelos. El movimiento de tierra se definió como un proceso en el cual el suelo o regolito se mueve pendiente abajo por la fuerza de la gravedad e incluye deslizamientos de tierra, deslizamientos laterales y de flujos. Se evaluaron los datos de suelos y de topografía básica para estimar el potencial para los eventos geomorfológicos que podrían representar riesgos significativos para el Proyecto o podrían actuar como parte del Proyecto para tener un impacto en la población o el medio ambiente que lo rodea.

3.3 EVENTOS SÍSMICOS

Un análisis detallado de un sitio específico de los riesgos sísmicos no se ha realizado en esta fase de desarrollo del proyecto. Los criterios de diseño preliminar para la aceleración horizontal máxima terrestre se evalúa utilizando el Código de Diseño Estructural de la República de Panamá (MPSA and AMEC 2008). Las instalaciones del proyecto están localizadas en un área donde el riesgo sísmico es considerado como moderado y el diseño preliminar para la aceleración máxima de terremoto es de 0.15 de la gravedad.

3.4 TRANSPORTE

El tráfico vehicular en el sitio y fuera del sitio es un peligro significativo que podrá ocasionar accidentes públicos y derrames que afecten el medio ambiente. Las condiciones de tráfico de la Línea Base establecen el punto de referencia existente a partir del cual se puede evaluar el impacto de un incremento en los niveles de riesgo ocasionados por el Proyecto.

Como parte de los estudios de la Línea Base social, datos de conteo de tráfico en el área de estudio se recogieron durante uno o dos días en las cinco comunidades cercanas al Proyecto. Las categorías de uso público incluyeron los peatones (jóvenes y adultos), personas a caballo o mulas, ganado y en vehículos, incluyendo bicicletas, carros, camiones grandes y pequeños, tráiler o mulas y equipo agrícola.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CLIMA Y PRECIPITACIÓN

Los resultados de la Línea Base meteorológica de las estaciones de monitoreo en Colina y Río Caimito se presentan en la Línea Base de calidad del aire y meteorológica en el Anexo IX. Estas incluyeron rosas de los vientos trimestrales y extremos máximos. La velocidad promedio del viento fue de 1.7 metros por segundo (m/s) en Diciembre del 2008 en Colina y de 3.6 m/s en Enero en Caimito. La velocidad del viento es mucho mayor en Caimito en comparación con Colina porque Caimito está más cerca de la costa.

Los datos son escasos para las condiciones de viento extremos fuera de la costa (Sandwell 1995) y por lo tanto, el diseño del Proyecto se basa actualmente en una velocidad del viento sostenida de 80 nudos (148 kilómetros por hora [km/h]), ya que esta condición fue observada durante el Huracán Marta en 1969 (MPSA y AMEC 2009). En la fase de ingeniería de detalle del Proyecto, las tormentas pueden ser modeladas utilizando los datos de la Administración Nacional de la Atmósfera y de los Océanos de los Estados Unidos para estimar su influencia en el sitio.

Los resultados de la Línea Base de hidrología contenidos en el Anexo V incluyen estimaciones de precipitación extrema proyectada con base en datos de las evaluaciones regionales y locales. Las características anuales a largo plazo y las características mensuales medias se estimaron para los dos sitios del Proyecto; la mina y las áreas costeras. La precipitación del área se basó en registros a largo plazo en Coclé del Norte con un promedio total anual de 5,000 milímetros (mm).

Los análisis de frecuencia se realizaron sobre la serie de precipitación anual estimada para las condiciones secas y húmedas de los diferentes períodos de retorno. En la Tabla 4-1, a continuación, del Anexo V resume la cantidad de precipitación anual para los períodos de retorno de 5 a 500 años durante los años húmedos y secos.

Tabla 4-1 Precipitación Anual Extrema Estimada para el Área del Proyecto

Periodo de Retorno	Precipitación Anual [mm]	
	Sitio de la Mina	Sitio del Puerto
Más Elevado (estimado)	**6,451**	**8,855**
500-años húmedos	7,860	9,393
200-años húmedos	7,370	8,690
100-años húmedos	6,987	8,154
50-años húmedos	6,594	7,611
25-años húmedos	6,187	7,060
10-años húmedos	5,623	6,311
5-años húmedos	5,162	5,713
Promedio	**4,565**	**5,000**
5-años secos	3,935	4,163
10-años secos	3,701	3,853
25-años secos	3,493	3,576
50-años secos	3,384	3,430
100-años secos	3,304	3,322
200-años secos	3,246	3,243
500-años secos	3,192	3,171
Más Bajo (estimado)	**3,091**	**3,170**

Nota: mm = milímetros.
Fuente: Línea Base de hidrología (Anexo VII, Tabla 5-26).

La cantidad de precipitaciones mensuales extremas también se estimaron, junto con precipitaciones extremas de larga duración y precipitaciones extremas de 24 horas. La precipitación máxima probable (PMP) de 24 horas se estimó en 1,800 mm en el área de la costa y 1,300 mm en el área de la mina.

Las olas fuera de la costa que llegan al sitio del puerto se originan en las aguas más profundas del Mar Caribe con olas altas causadas por tormentas o huracanes distantes que ocasionalmente llegan del norte y norte-noreste (Sandwell 2009b). Se realizó un análisis del valor extremo utilizando tanto los retro-análisis operacionales y de las olas, y los resultados para el sitio del puerto se presentan en la Tabla 4-2.

Tabla 4-2 Condiciones de Oleaje Extremo

Localización	Evento de Período de Retorno [años]	Altura Significativa de la Ola [m]	Período Máximo de la Ola [seg]
Puerto	50	3.5	
	100	3.8	11.9
cabeza del rompeolas	50	3.9	
	100	4.2	11.8

Notas: m = metro; seg = segundos.

4.2 TOPOGRAFÍA Y EVENTOS GEOMORFOLÓGICOS

Los resultados de la Línea Base de suelos y geomorfología que están contenidos en el Anexo IV incluyen mapas de suelos para el ADPa, así como también una discusión sobre el potencial de erosión de la superficie del suelo y el potencial de movimiento de tierra. La actividad del movimiento de tierra, incluyendo deslizamientos de tierra, podría estar indicada por varías características geomorfológicas, como cambios abruptos en la pendiente, escarpados o grietas y colinas o topografía seccionada.

Algunas de las características geomorfológicas asociadas con el movimiento de tierra se observaron en las Unidades de Mapeo de Suelo 1, 3, 4 y 5 como se describe en el Anexo III. Además, los estratos de suelos enterrados asociados con el movimiento de tierra se observaron en algunos perfiles del suelo en estas unidades de mapeo. El terreno en estas áreas podría estar más propenso a deslizarse cuando se remueva la cobertura boscosa debido a que habrá una disminución en la intercepción de la precipitación por el dosel del bosque y una reducción por la pérdida de raíces.

4.3 EVENTOS SÍSMICOS

Las condiciones sísmicas se discuten en las condiciones del sitio en el Proyecto (MPSA y AMEC 2009). Los niveles de actividad sísmica varían en todo Panamá. Tanto la parte occidental del país fronterizo con Costa Rica y la parte oriental con Colombia están sujetas a actividad sísmica severa. En estas regiones la ocurrencia de terremotos es frecuente a menos de 30 kilómetros (km) de profundidad y se registran sobre 5 grados en la escala de Richter. Sin embargo, la parte central de Panamá ha experimentado muy pocos terremotos y menos aún en el norte y a lo largo de la costa caribeña.

Las instalaciones del Proyecto están localizadas en un área donde el riesgo sísmico se considera moderado. El diseño preliminar para la aceleración máxima de terremoto es

de 0.15 de la gravedad. Las Aceleraciones Efectivas Máximas de tierra variarían en función del perfil del suelo y la aceleración máxima de terremoto se espera que sea de 0.15 de la gravedad en el área del Proyecto.

4.4 TRANSPORTE

Las dos carreteras de acceso al sitio de la mina se describen en la descripción del Proyecto (Capítulo 5) e incluye la propuesta del camino a la costa desde Punta Rincón hasta el sitio de la mina y la actual carretera que va de Colina (sitio de la mina) a Penonomé (ver Mapa 11 del Anexo I). La carretera propuesta será una nueva de 30 km, privada, que corre en dirección norte-sur que será diseñada, para MPSA, para transportar los materiales y suministros entre el puerto en Punta Rincón y el sitio de la mina.

La carretera de Colina a Penonomé consiste de dos tramos, el tramo que va de Colina a Coclesito, una carretera existente en dirección oeste-este y que conecta la mina con Coclesito y el tramo de Coclesito a Penonomé, que es una carretera que va de Coclesito a Penonomé. La longitud total de la carretera de Colina a Penonomé es de aproximadamente 59 km. En su extremo oeste, se construirá un desvío alrededor del la Mina Molejón de Petaquilla Gold para evitar una posible interferencia con estas operaciones. Durante las operaciones, esta carretera será la principal vía de acceso al sitio de la mina del sistema de carreteras de Panamá. Ciertos suministros apropiados para su transporte en camiones serán transportados por esta carretera en vez de hacerse por mar al puerto de Punta Rincón y por el camino a la costa hacia el sitio de la mina.

Recientemente se ha mejorado la carretera existente entre Colina y Penonomé y de Penonomé a Coclesito, se ha colocado grava en la superficie. Esta carretera será nuevamente mejorada durante los trabajos previos a la construcción para permitir que los vehículos pesados transporten los suministros al sitio. El uso de este segmento de carretera será similar a aquellas en la parte de Colina a Coclesito, menos el tráfico entre la mina y las comunidades locales.

El estudio de la Línea Base socio-económica (Anexo XX) presenta los estudios del tráfico y el cruce de las carreteras. Durante el 12 de Julio al 18 de Agosto del 2008 se registraron conteos de tráfico desde las 5:00 am a las 8:00 pm en varios días de la semana y fines de semana en las siguientes cinco comunidades: La Pintada, Llano Grande, Molejón, Villa del Carmen/Coclesito (combinado) y Nuevo San José. Estudios adicionales fueron realizados para medir el número de personas que cruzan la carretera en puntos específicos en Coclesito, Molejón, Nuevo San José y Nazareth desde Junio 17 a Julio 15 del 2008. Todas estas comunidades están localizadas a lo

largo de la carretera hacia Penonomé en dirección noroeste hacia el sitio de la mina después de Los Molejones.

Los estudios demostraron que el tráfico vehicular (principalmente buses locales) fue relativamente bajo en términos de la cantidad de tráfico (aproximadamente 40% del total de tráfico registrado). Como es de esperarse, La Pintada, como la comunidad más grande y por su localización cerca de Penonomé, tuvo un volumen de tráfico más alto, con un promedio aproximado 3,000 vehículos, peatones y demás categorías de transporte diario (por ejemplo, bicicletas), en comparación con solo aproximadamente 200 vehículos y peatones en Nuevo San José (localizada más cerca al sitio de la mina y de carácter más rural).

La cantidad de peatones y ganado (por ejemplo, ganado vacuno) en la carretera aumenta mientras más se aleja del entorno urbano de La Pintada. También se encontró que el tráfico vehicular en las comunidades rurales como Nuevo San José fue relativamente alto el domingo, debido a los buses locales, presumiblemente utilizados por los residentes locales con propósitos sociales y de negocios (por ejemplo, mercados, iglesia, amigos o familiares de visita).

Además, se realizó un estudio de la cantidad de personas que cruzan la carretera en la comunidad de Nazareth. Se descubrió que casi la mitad de las personas que cruzan el camino durante los días de semana eran niños, particularmente de 7:00 a 8:00 am y de 12:00 a 1:00 pm.

5 RESUMEN

La presente caracterización de las amenazas naturales e industriales presenta datos que describen los eventos meteorológicos, geomorfológicos o sísmicos que podrían impactar cualquiera de los componentes del Proyecto. Además, el uso actual de las carreteras públicas es descrito en los lugares donde posibles accidentes podrían impactar significativamente el medio ambiente o la seguridad pública. Esta caracterización sirve para la evaluación de las amenazas naturales e industriales significativos asociados con todos los componentes del Proyecto.

Los eventos extremos considerados en esta caracterización de línea base incluyen el viento (en la costa y fuera de la costa), las olas fuera de la costa, las inundaciones, la estabilidad geotécnica de los suelos y la actividad sísmica. Estos datos de eventos extremos se estiman del análisis predictivo de los datos de la Línea Base sobre el clima y la precipitación, la topografía, la geomorfología y los eventos sísmicos.

Los criterios de diseño para la ingeniería del Proyecto se derivan de las predicciones sobre la ocurrencia de eventos extremos que representan riesgos naturales para cualquier componente del Proyecto. Estos criterios de diseño definen el nivel de riesgo de los eventos naturales. Por ejemplo, hay riesgos significativos de inundación; sin embargo, utilizando la precipitación pronosticada de 100 años húmedos de 6,987 mm en el área de la mina para diseñar los componentes afectados en esa área, mitigará el riesgo de inundaciones. La velocidad extrema de los vientos en la costa no es significativa para el diseño. La velocidad extrema de los vientos y las olas fuera de la costa se definieron para propósitos de diseño. Los riesgos geotécnicos como deslizamientos son posibles y también serán evaluados durante el diseño. Finalmente, el riesgo sísmico moderado al que está expuesto el Proyecto será considerado mediante la aplicación de un criterio de diseño apropiado durante la preparación de la ingeniería del Proyecto.

Las carreteras existentes y los caminos propuestos que serán utilizadas por los vehículos del Proyecto se describen y el uso que el público le da a las carreteras existentes es también descrito para las condiciones existentes. Esta información sobre la exposición del público al tráfico vehicular establece una base para evaluar los riesgos de accidentes de transporte del Proyecto que pudieran afectar al público o al medio ambiente.

6 BIBLIOGRAFÍA

MPSA and AMEC (Minera Petaquilla S.A. and AMEC). 2008. *FEED Project Design Criteria # 155529-N-DC-002 REV D, 2008*.

Sandwell. 1995. *Marine Transportation Feasibility Study.* REPORT 113600. April 1995.

Sandwell. 2009a. *Analysis of ADCP Measurements at Punta Rincon, Panama.* March 5, 2009.

Sandwell. 2009b. *Petaquilla Project Feed Program Wave Climate and Berth Downtime Study*. April 22, 2009.